Évaluation du rendement énergétique de la Maison durable construite pour le Nord E/2 d'Arviat

Avril 2016 Série technique

INTRODUCTION

La Maison durable construite pour le Nord (MDN) E/2 d'Arviat a été conçue et bâtie par la Société d'habitation du Nunavut (SHN), avec la participation de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), dans le cadre de l'initiative Maisons durables pour le Nord de la SCHL. Cette initiative visait à concevoir et à bâtir dans les territoires quatre maisons durables construites pour le Nord afin de faire la démonstration de modèles de maisons hautement éconergétiques adaptées à la culture locale. Un des objectifs de conception de l'initiative était d'utiliser 50 % de l'énergie que consommerait une maison qui aurait été conçue selon le Code modèle national de l'énergie pour les habitations (CMNEH) de 1997 et construite conformément au code du bâtiment de l'époque.

La MDN E/2 est une maison de plain-pied qui compte trois chambres et dont la superficie chauffée est de 128 m^2 (1 376 pi^2). La conception de la maison comprend un grand local d'entreposage froid, une grande salle de couture des peaux, une aire ouverte tenant lieu de séjour et de cuisine pour les rassemblements familiaux, et les chambres sont adjacentes à cette grande pièce. La maison bénéficie d'une excellente isolation thermique : la valeur isolante nominale du plancher est de RSI 9,1 (R 51,5), celle des murs est de RSI 8,0 (R 46) et celle du toit est de RSI 11,6 (R 66). Les fuites d'air sont par ailleurs relativement faibles. Le chauffage des locaux et de l'eau chaude domestique est assuré par une chaudière au mazout. Un ventilateur récupérateur de chaleur permet de faire entrer de l'air frais dans la maison et d'évacuer l'air vicié.

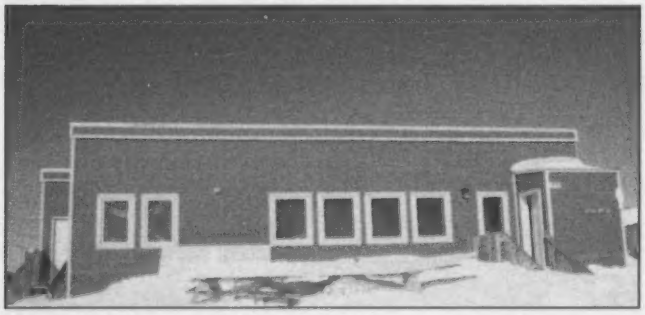

Figure 1 Maison durable construite pour le Nord E/2 d'Arviat (source : Arctic Energy Alliance)

Afin d'évaluer dans quelle mesure les objectifs de conception relatifs au rendement énergétique ont été atteints, et pour comparer le rendement de la maison à celui d'autres maisons similaires d'Arviat, la SCHL a appuyé une étude visant à analyser les factures d'énergie de la MDN E/2 et à les comparer aux factures de trois autres maisons semblables construites à peu près au même moment.

MÉTHODE

Les données de facturation (mazout et électricité) ont été évaluées et utilisées afin de déterminer le rendement de la MDN E/2 par rapport à celui d'une maison qui aurait été construite selon le CMNEH de 1997 afin de savoir si la Maison durable a atteint les objectifs de rendement visés en matière de consommation d'énergie. La consommation d'énergie réelle de la MDN E/2 a également été comparée aux cibles énergétiques de conception initiale et aux cibles conformes à l'exécution, telles qu'estimées par le logiciel HOT2000 de Ressources naturelles Canada, qui simule la consommation d'énergie des habitations. La consommation

de mazout et d'électricité ainsi que leurs coûts ont été mesurés sur une base mensuelle et annuelle, et l'utilisation finale de l'énergie et les sources des pertes de chaleur ont également été estimées.

Une autre enquête a été menée afin de comparer la consommation énergétique de la MDN E/2 avec trois maisons similaires; l'une dont le plan d'étage et les installations mécaniques étaient identiques, mais dont l'enveloppe du bâtiment était constituée de panneaux structuraux isolés (PSI) (la maison PSI E/2), et deux autres maisons PSI ayant des enveloppes en PSI et des plans d'étage différents (les maisons PSI de la SHN A et B). Les principaux détails relatifs au rendement énergétique des quatre maisons sont indiqués au tableau 1.

CONSTATATIONS

Consommation énergétique de la Maison durable construite pour le Nord (MDN) E/2 par rapport à la cible

Les résultats de l'évaluation de la MDN E/2 par rapport à la cible du CMNEH sont illustrés par les première et troisième colonnes de la figure 2. La MDN E/2 a consommé 14 % moins d'énergie alors que la cible était de 50 %. Même si les raisons exactes de cet écart sont difficiles à déterminer étant donné les informations limitées fournies par l'analyse des factures d'énergie, certains facteurs possibles comprennent ce qui suit.

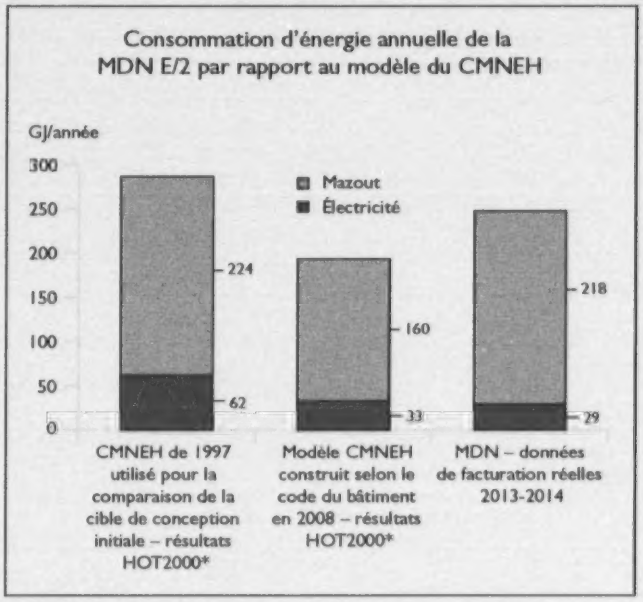

Figure 2 Consommation d'énergie réelle de la MDN E/2 par rapport aux modèles du CMNEH

Tableau 1 Comparaison des quatre maisons comprises dans l'étude

	Surface de plancher chauffée	Isolation du plancher (effective)	Isolation des murs (effective)	Isolation du plafond/toit (effective)	Installations mécaniques	Occupants
MDN E/2	127,8 m² (1 376 pi²)	RSI 8,6 (R 49)	RSI 6,3 (R 36)	RSI 10,7 (R 61)	Chaudière au mazout (cote REA 86,5 %) Eau chaude domestique indirecte (chaudière) Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Canalisations de chauffage à eau chaude externes pour le réservoir des eaux usées	5 adultes 5 enfants
Maison PSI E/2	127,8 m² (1 376 pi²)	RSI 7,8 (R 44)	RSI 7,8 (R 44)	RSI 12,7 (R 72)	Chaudière au mazout (cote REA 86,5 %) Eau chaude domestique indirecte (chaudière) VRC Canalisations de chauffage à eau chaude externes pour le réservoir des eaux usées	2 à 3 adultes 4 enfants
Maisons de la SHN A et B	118,6 m² (1 277 pi²)	RSI 8,8 (R 50)	RSI 7,0 (R 40)	RSI 8,8 (R 50)	Chaudière au mazout (cote REA 85,3 %) Eau chaude domestique indirecte (chaudière) VRC Vide sanitaire chauffé	2 adultes 5 à 7 enfants (dans chaque maison)

- La différence du nombre d'occupants. La cible du modèle énergétique ne prévoyait que quatre occupants alors que l'enquête a révélé que dix personnes habitaient la maison. Cela fait augmenter la consommation d'eau chaude et les charges électriques.
- La MDN E/2 a été bâtie avec un réservoir externe pour les eaux usées, qui doit être chauffé au moyen du système de chauffage de l'eau relié à la chaudière au mazout pour éviter le gel. La cible du modèle initiale ne prévoyait pas cette caractéristique.
- Les différences entre les conditions météorologiques présumées utilisées dans la cible du modèle énergétique et les conditions réelles enregistrées pendant la période pour laquelle les factures des services ont été fournies.

Consommation énergétique de la MDN E/2 par rapport à celle des maisons témoins

La figure 3 fait la comparaison entre le rendement énergétique de la MDN E/2 et celui des trois autres maisons. La maison PSI E/2 avait des charges électriques plus importantes que la MDN E/2 et cela peut être attribuable à l'utilisation d'un radiateur électrique dans la maison PSI E/2. La quantité plus importante de mazout utilisé dans la MDN E/2 peut s'expliquer par les niveaux d'isolation plus faibles dans le plafond et le plancher et par le fait qu'elle comptait un plus grand nombre d'occupants que la maison PSI E/2, ce qui a fait augmenter sa consommation d'eau chaude. Bien que cela puisse expliquer certaines des différences de rendement énergétique, les chercheurs ont remarqué des problèmes potentiels concernant les données de facturation du mazout pour la maison PSI E/2 qui auraient pu compromettre l'analyse.

Si l'on tient compte de la superficie, la MDN E/2 a globalement consommé 9 % et 16 % plus d'énergie que les maisons de la SHN A et B respectivement. Ces écarts sont en grande partie attribuables à la consommation d'énergie servant au chauffage des locaux et de l'eau. La MDN E/2 a des valeurs d'isolation plus élevées dans le toit et les murs, mais la valeur d'isolation de son plancher est inférieure à celle des maisons PSI de la SHN en plus d'avoir une plus grande superficie. Les canalisations de chauffage à eau chaude externes pour le réservoir des eaux usées servant à prévenir le gel de la MDN E/2 sont un autre facteur pouvant expliquer la différence dans la consommation de mazout (le réservoir des eaux usées des maisons PSI de la SHN se trouve dans le vide sanitaire chauffé).

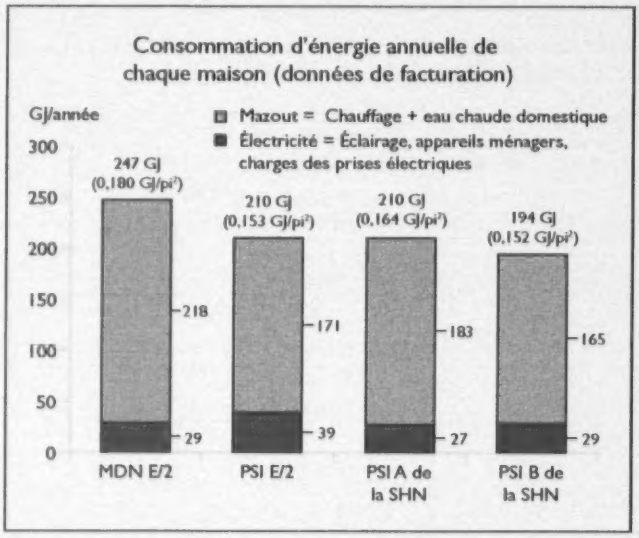

Figure 3 Comparaison de la consommation d'énergie annuelle des maisons E/2 et des maisons PSI de la SHN

Consommation et coûts du mazout et de l'électricité

Le coût du combustible de chauffage à Arviat était de 1,176 $/L pendant la période analysée. La consommation de mazout et les coûts annuels pour les quatre maisons sont indiqués à la figure 4.

Consommation d'électricité

L'électricité utilisée dans les maisons a été mesurée au moyen d'un compteur spécifique et a été facturée à la société d'habitation, dont une partie a été refacturée aux occupants. Le prix était de 0,79 $/kWh en plus du tarif de base de 18 $ (mai 2014). Les occupants ont payé le tarif subventionné de 0,06 $/kWh. Les données de consommation d'électricité pour l'éclairage, les appareils ménagers, les équipements et les charges des prises électriques sont tirées des factures d'octobre 2013 à octobre 2014 et sont présentées à la figure 5.

Étanchéité à l'air de la MDN E/2

Les propriétés d'étanchéité à l'air de la MDN E/2 ont été mesurées à l'aide d'un test d'infiltrométrie effectué le 7 février 2013, avant l'installation des plaques de plâtre, et d'un autre test effectué le 15 mars 2013, après l'installation des plaques de plâtre. Les résultats sont indiqués au tableau 2. À titre de comparaison, pour respecter la norme R2000, le taux de renouvellement d'air à 50 pascals (Pa) doit être inférieur à 1,5 RA/h (renouvellement d'air par heure), niveau atteint par la MDN E/2.

Tableau 2 Résultats du test d'infiltrométrie de la MDN E/2

MDN E/2 avant les plaques de plâtre	MDN E/2 après les plaques de plâtre
RA/h : 1,44 à 50 Pa	RA/h : 1,42 à 50 Pa
SFE : 162,58 cm² à 10 Pat	SFE : 147,10 cm² à 10 Pa

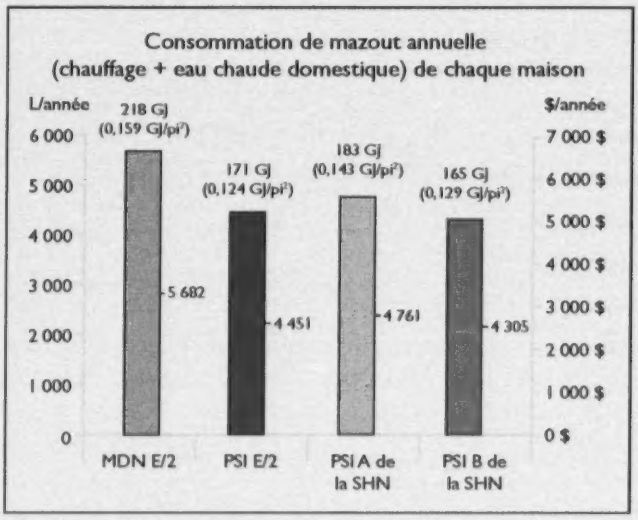

Figure 4 Consommation annuelle de mazout pour le chauffage de la MDN E/2, de la maison PSI E/2 et des maisons PSI de la SHN

La MDN E/2 a consommé 35 % moins d'électricité que la maison PSI E/2, 6 % de plus que la maison PSI A et 1 % de moins que la maison PSI B de la SHN. La consommation d'électricité élevée de la maison PSI E/2 peut être attribuable à l'utilisation d'un radiateur électrique sous le porche non chauffé.

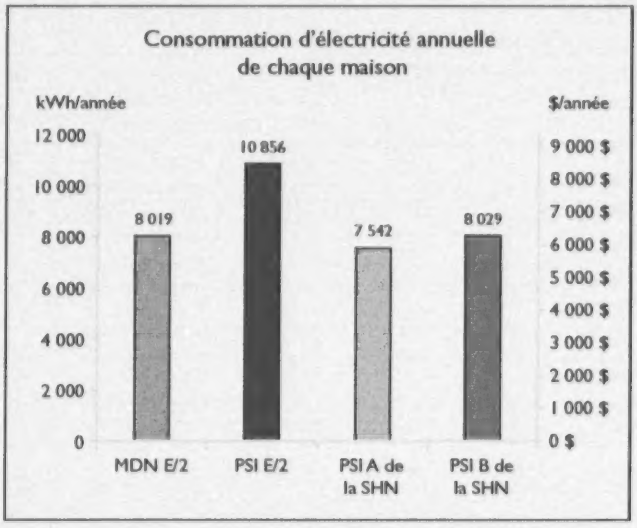

Figure 5 Consommation d'électricité annuelle de la MDN E/2, de la Maison PSI E/2 et des maisons PSI de la SHN

Qualité de l'air intérieur

Pendant les entrevues avec les occupants, des relevés ponctuels de la température, de l'humidité relative et du dioxyde de carbone et des lectures des thermostats ont été faits (voir le tableau 3).

Bien que les températures et les taux d'humidité relative à l'intérieur étaient à l'intérieur des limites acceptables, les concentrations de CO_2 dans la maison PSI E/2 s'élevaient à plus du double des niveaux recommandés. La présente étude n'a pas révélé les causes de ces concentrations élevées.

CONCLUSIONS

Même si la MDN E/2 n'a pas atteint sa cible de conception initiale, sa cote ÉnerGuide conforme à l'exécution de 85 placerait cette maison dans la même catégorie que certaines des maisons neuves les plus éconergétiques actuellement sur le marché canadien. Bien qu'en raison de la portée du projet il ait été difficile de déterminer la raison de l'écart entre le rendement ciblé et le rendement réel, les différences entre les résultats réels et les hypothèses modélisées concernant l'occupation, les installations consommant de l'énergie (réservoir des eaux usées efficace contre le gel), les charges et la consommation énergétiques pourraient expliquer en grande partie cet écart.
Les occupants ont semblé généralement satisfaits de l'aménagement et du rendement de la maison, bien qu'ils aient mentionné qu'il y avait des zones froides et que l'air était sec.

Conséquences pour le secteur de l'habitation dans le Nord

Ce projet a prouvé qu'il est possible de construire des maisons éconergétiques et adaptées à la culture du Nord du Canada. Il a également prouvé qu'atteindre les cibles de conception relatives au rendement nécessite non seulement une bonne conception et des pratiques de construction exemplaires, mais aussi la compréhension et la planification du fonctionnement de la maison après l'emménagement des occupants. La surveillance active de la consommation d'eau et d'énergie et des indicateurs clés de la qualité de l'air intérieur pendant la première année d'occupation peuvent fournir une rétroaction utile aux fournisseurs de logements et aux occupants sur la façon de détecter et de régler les problèmes, d'optimiser le rendement et de mieux gérer les coûts d'occupation.

Tableau 3 Relevés ponctuels pris pendant les entrevues avec les occupants

Relevés ponctuels	Cuisine			Chambre			Toutes les zones	Extérieur*	
Maison	Temp. de l'air	HR	CO_2	Temp. de l'air	HR	CO_2	Réglages du thermostat	Temp. de l'air	HR
MDN E/2	21°C	25 %	935 ppm	21°C	24 %	880 ppm	23°C	-22°C	72 %
PSI E/2	23°C	33 %	2 776 ppm	21°C	34 %	2 723 ppm	22-23°C	-22°C	72 %
PSI de la SHN A	24°C	25 %	1 279 ppm	23°C	24 %	1 164 ppm	23-24°C	-22°C	72 %
PSI de la SHN B	21°C	25 %	695 ppm	21°C	24 %	562 ppm	21°C	-22°C	72 %

*Les températures et les taux d'humidité relative (HR) extérieurs ont été fournis par Environnement Canada (2015).

REMERCIEMENTS

Le présent projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement en vertu de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation* et par Ressources naturelles Canada dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE).

Directeur de projet à la SCHL :
Cate Soroczan, chercheuse principale

Consultants pour le projet de recherche :
Arctic Energy Alliance

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

68531

©2016, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 22-04-16

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

Texte de remplacement et données pour les figures

Figure 2 Consommation d'énergie annuelle de la MDN E/2 par rapport au modèle du CMNEH

	CMNEH 1997 utilisé comme comparaison du concept cible initial – résultats de HOT2000*	Maison conçue selon le CMNEH et construite conformément au code du bâtiment de 2008 – résultats de HOT2000*	Conception visée de la MDN en 2008 – résultats de HOT2000	Concept de la MDN conforme à l'exécution – résultats de HOT2000	MDN – données selon les factures réelles de 2013-2014
Consommation de mazout (GJ)	224,5	159,7	70,3	75,7	218
Consommation d'énergie électrique (GJ)	62,4	33,3	37,7	33	29
Total (GJ)	286,9	193	108	108,7	247
% d'énergie consommée par rapport au CMNEH 1997		67 %	38 %	38 %	86 %

* Maison conçue selon le CMNEH et construite conformément au code du bâtiment de 2008 – les résultats de HOT2000 ont été utilisés à des fins de comparaison dans le rapport sur la conception et la construction à Arviat (Société canadienne d'hypothèques et de logement, 2014). Toutefois, le concept initial de la Maison durable construite pour le Nord était fait dans le but de le comparer à une maison construite selon le CMNEH de 1997 et les normes de 1997.

Figure 3 Consommation d'énergie annuelle de chaque maison (données de facturation)

Maison	Gigajoules d'énergie électrique utilisée (GJ/an)*	Gigajoules d'énergie utilisée sous forme de mazout (GJ/an)**	Total des gigajoules d'énergie utilisée (GJ/an)	Gigajoules par pied carré de surface habitable chauffée (GJ/pi²)
MDN E/2	29	218	247	0,180
PSI E/2	39	171	210	0,153
PSI A de la SHN	27	183	210	0,164
PSI B de la SHN	29	165	194	0,152

* Électricité = éclairage, appareils ménagers et charges des prises électriques

** Mazout = chauffage des locaux et de l'eau

Figure 4 Consommation de mazout annuelle (chauffage + eau chaude domestique) de chaque maison

Maison	Consommation de mazout en litres (L/an)	Coût du mazout consommé ($)	Superficie de la maison (pi²)	Gigajoules d'énergie consommée sous forme de mazout (GJ)	Gigajoules d'énergie utilisée par pied carré (GJ/pi²)
MDN E/2	5 682,4	6 755,18	1 376	218	0,159
PSI E/2	4 451,1	5 191,94	1 376	171	0,124
PSI A de la SHN	4 761,9	5 640,79	1 277	183	0,143
PSI B de la SHN	4 305,8	5 079,97	1 277	165	0,129

Figure 5 Consommation d'électricité annuelle de chaque maison

Maison	Consommation d'électricité kWh/an	Coût de l'électricité consommée ($)	Superficie de la maison (pi²)
MDN E/2	8 019	6 176,99	1 376
PSI E/2	10 856	8 113,08	1 376
PSI A de la SHN	7 542	5 836,59	1 277
PSI B de la SHN	8 029	6 161,13	1 277